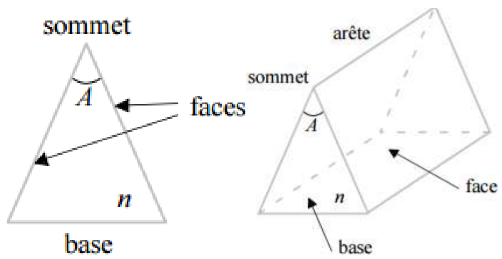
DISPERSION DE LA LUMIERE PAR UN PRISME ET UN RESEAU

1. Dispersion de la lumière par un prisme

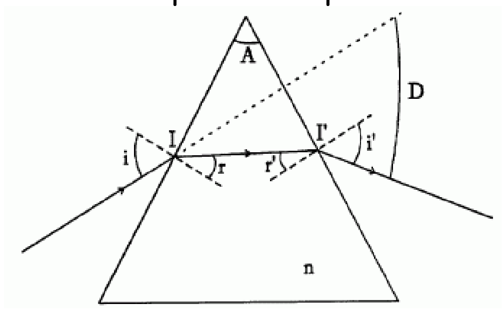
1.1 Constitution d'un prisme

Un prisme est constitué par un milieu transparent homogène, comme le verre, limité par deux faces planes. Il est caractérisé par son angle au sommet A et son indice n.



1.2 Déviation de la lumière

Un rayon lumineux frappant une des faces du prisme est réfracté (il passe de l'air au milieu transparent du prisme), il traverse ensuite le milieu d'indice n, puis est à nouveau réfracté (il passe du milieu transparent du prisme à l'air).

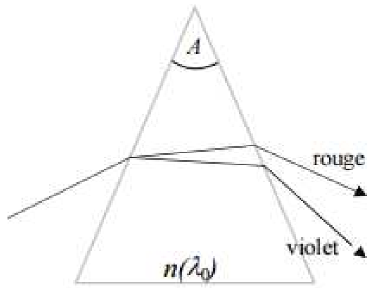


Pour la première réfraction en I, l'angle d'incidence est noté i, l'angle de réfraction r. Pour la deuxième réfraction en I', l'angle d'incidence est noté r', l'angle de réfraction i'.

L'effet du prisme est donc de dévier le rayon lumineux. La déviation, qui est l'angle entre le rayon incident (initial) et le rayon émergent (réfracté final), est notée D.

1.3 Dispersion de la lumière

Le prisme est dispositif dispersif. Il permet de décomposer la lumière blanche en différentes couleurs.



L'indice du milieu transparent qui compose le prisme dépend de la longueur d'onde de la lumière qui le traverse. L'angle de réfraction ne sera pas le même pour les radiations rouge ou violette. L'indice n du prisme est plus grand pour les radiations violettes que pour les radiations rouges. La lumière rouge est moins déviée que la lumière violette.

Lorsque la lumière complexe est décomposée en ses différentes couleurs, on obtient le « spectre » de la lumière étudiée. Ceci permet, pour une étoile par exemple, de recueillir des informations sur les espèces chimiques constituant l'étoile car chaque élément chimique émet des couleurs déterminées.

1.4 Les formules du prisme

- 1ère formule (loi de la réfraction sur le 1er dioptre air-verre)

$$\sin i = n \sin r$$

- 2ème formule (loi de la réfraction sur le 2ème dioptre verre-air)

$$\sin i' = n \sin r'$$

- 3ème formule (relation entre les angles A, r et r')

$$A = r + r'$$

- 4ème formule (expression de la déviation D en fonction de i, i' et A)

$$D = i + i' - A$$

1.5 Conditions d'émergence

Pour que le rayon émergent existe, il faut que $r' \leq r'_{lim}$, angle limite d'incidence, car lorsque $r' > r'_{lim}$ il y a réflexion totale sur la seconde face du prisme. Lorsque $r' = r'_{lim}$ l'angle i' vaut 90°, l'angle r'_{lim} est donc donné par la 2ème formule du prisme :

$$n \sin r'_{\lim} = \sin i'$$

$$\sin r'_{\lim} = \frac{\sin i'}{n} = \frac{\sin 90°}{n} = \frac{1}{n}$$

$$\sin r'_{\lim} = \frac{1}{n}$$

Deux conditions sont nécessaires pour éviter une réflexion totale sur la seconde face du prisme :

- condition sur l'angle d'incidence i

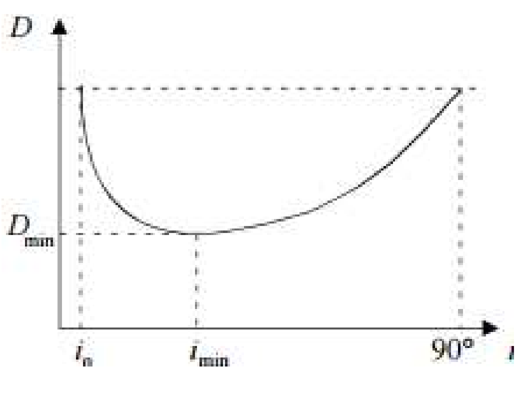
$$\sin i \rangle n \sin(A - r'_{\lim})$$

- condition sur l'angle du prisme A

$$A \langle 2r'_{\lim}$$

1.6 Le minimum de déviation

Lorsqu'on augmente l'angle d'incidence, la déviation passe par un minimum D_{min} pour $i = i' = i_{min}$.



La mesure du minimum de déviation permet la mesure de l'indice de réfraction. L'expression de cet indice est donnée par la relation :

$$n = \frac{\sin \frac{D_{\min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

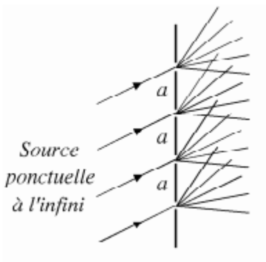
Dans certaines utilisations, en spectroscopie par exemple, les performances du prisme sont optimales dans les conditions de minimum de déviation.

2. Dispersion de la lumière par un réseau

2.1 Description d'un réseau

Un réseau est constitué par un support transparent sur lequel ont été gravés un grand nombre de traits fins, parallèles et équidistants. Chaque trait représente une fente qui diffracte la lumière.

Le réseau est caractérisé par son « pas a » qui correspond à la distance entre deux traits consécutifs mais aussi par le nombre n de traits par unité de longueur (de l'ordre de 500 traits par millimètre).



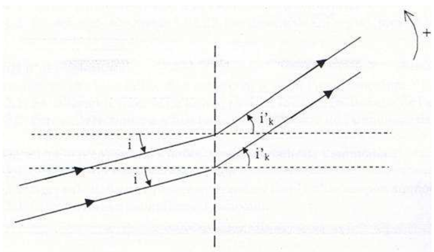
Réseau (vu en coupe)

Il existe une relation entre le pas a du réseau et le nombre n de traits par unité de longueur :

$$a = \frac{1}{n}$$

2.2 Diffraction d'une lumière monochromatique par un réseau

On éclaire le réseau en lumière monochromatique. La lumière traversant le réseau est diffractée par les fentes. Les interférences entre les différents faisceaux diffractés donnent des maxima de lumière dans certaines directions caractérisées par les angles i'_k.

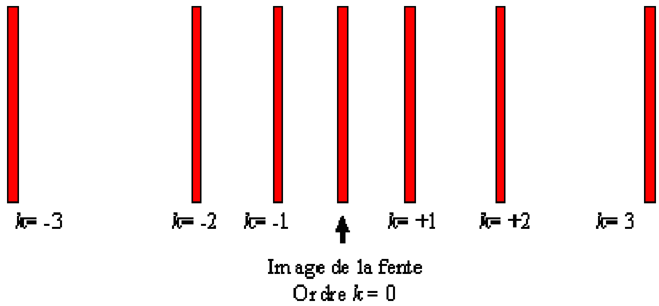


Les angles i'_k sont données par la relation :

$$\sin i - \sin i'_k = kn\lambda$$

i est l'angle d'incidence, i'_k est l'angle d'émergence ou de diffraction, k est l'ordre du spectre, n est le nombre de traits par mètre et λ est la longueur d'onde exprimée en mètres.

En lumière monochromatique, nous obtenons des franges très fines, parallèles aux fentes du réseau et correspondant aux différentes valeurs de l'ordre k.



Pour k = 0, nous obtenons le prolongement du faisceau incident quel que soit la longueur d'onde utilisée et quel que soit l'angle d'incidence. Il n'y a pas de dispersion de la lumière.

Dans le cas d'un éclairement sous incidence normale, i = 0